



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 197 33 107 A 1**

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 01 N 27/406**  
F 01 N 7/08

21 Aktenzeichen: 197 33 107.6  
22 Anmeldetag: 31. 7. 97  
43 Offenlegungstag: 18. 2. 99

DE 197 33 107 A 1

71 Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

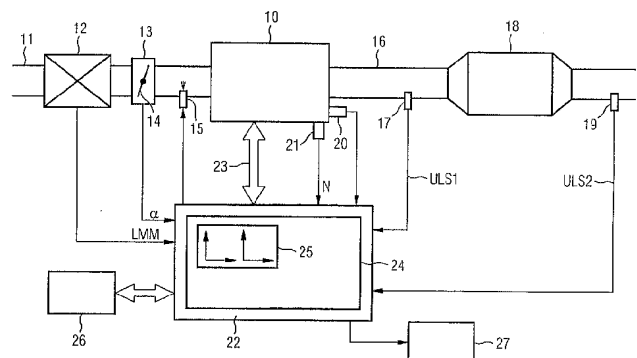
72 Erfinder:  
Rösel, Gerd, Dr., 93057 Regensburg, DE; Zhang,  
Hong, Dr., 93057 Regensburg, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren zur Überprüfung der Funktionsfähigkeit einer Lambdasonde

57 Nach Erkennen des Motorbetriebszustandes Schubabschaltung wird die Fett-Mager-Schaltzeit der nach dem Katalysator (18) angeordneten Monitorsonde (19) ermittelt und in Abhängigkeit des Luftmassenstromes (LMM) im Ansaugkanal (11) gewichtet. Durch Vergleich des Mittelwertes der so erhaltenen Schaltzeit mit einem Grenzwert und anschließender Auswertung wird die Funktionsfähigkeit der Monitorsonde (19) diagnostiziert. Die Funktionsfähigkeit ist gewährleistet, wenn die Schaltzeit unterhalb des Grenzwertes liegt. Weitere Diagnosekriterien werden durch Auswerten des Signalpegels der Monitorsonde gebildet.



DE 197 33 107 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überprüfung der dynamischen Funktionsfähigkeit einer im Abgasstrom einer Brennkraftmaschine nach dem Katalysator angeordneten Lambdasonde gemäß den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche 1 und 7.

Die Schadstoffemission einer Brennkraftmaschine kann durch eine katalytische Nachbehandlung mittels eines sogenannten Dreiwege-Katalysators verringert werden. Eine effiziente Nachbehandlung setzt allerdings ein stöchiometrisches Gemisch voraus. Hierzu wird eine Gemischregelung mit einer im Abgastrakt vor dem Katalysator angeordneten Lambdasonde (Regelsonde) verwendet, welche die Gemischzusammensetzung periodisch in engen Grenzen um den Sollwert regelt. Dazu werden beispielsweise Lambdasonden eingesetzt, die bei fettem Kraftstoff-/Luftgemisch eine hohe Spannung und bei magerem Kraftstoff-/Luftgemisch eine niedrige Spannung abgeben; dazwischen liegt ein Spannungssprung, der für  $\lambda = 1$  charakteristisch ist (Sprungsonde).

Der Katalysator kann im Laufe seines Betriebes defekt werden, beispielsweise durch das Auftreten von Fehlzündungen oder durch die irrtümliche Verwendung von bleihaltigem Kraftstoff. Bei defektem Katalysator werden die Abgase gar nicht mehr oder nur zu einem ungenügenden Teil entgiftet. Zur Überprüfung der Konvertierungsfähigkeit des Katalysators ist es bekannt, zusätzlich zu der Lambdasonde vor dem Katalysator noch eine Sauerstoffsonde nach dem Katalysator (Monitorsonde) anzuordnen und die Ausgangssignale der beiden Sonden auszuwerten. Beispielsweise wird in der EP 0 626 506 A1 vorgeschlagen, das Verhältnis der Zeiten zu bilden, in denen die Sauerstoffsonde nach dem Katalysator und die Sauerstoffsonde vor dem Katalysator einen fetten bzw. einen mageren Gemischwert anzeigt. Der Katalysator hat einen ausreichenden Wirkungsgrad, wenn der betragsmäßig kleinere Wert dieser Verhältniswerte kleiner als ein vorgegebener Grenzwert ist.

Die bekannten Verfahren zur Überprüfung des Katalysatorwirkungsgrades durch Auswerten der Ausgangssignale der beiden Sonden setzt voraus, daß auch die Sonden selbst in Ordnung sind und somit keine, aufgrund gealterter oder vergifteter Sonden erhaltenen falschen Werte die Katalysator diagnose beeinflussen können. Deshalb ist es notwendig, die Funktionsfähigkeit auch der Sonden zu überprüfen. Aus der EP 0 616 119 A1 ist es bekannt, bei einer vor dem Katalysator angeordneten Lambdasonde (Vorkatsonde) die Schaltzeiten zu messen, innerhalb derer die Vorkatsonde im Rahmen ihrer Sprungfunktion vom hohen Spannungswert, der ein fettes Gemisch anzeigt (Fettspannung) auf einen niedrigeren Spannungswert, der ein mageres Gemisch anzeigt (Magerspannung) umschaltet. Die Größe dieser Schaltzeiten ist ein Maß für die Funktionsfähigkeit der Vorkatsonde.

Ein weiteres Verfahren zur Überprüfung der dynamischen Funktionsfähigkeit von Vorkat-Lambdasonden ist in der EP 0 652 358 A2 beschrieben. Dort werden die Verweilzeiten gemessen, innerhalb derer das Lambdasondensignal ein fettes bzw. ein mageres Gemisch anzeigt. Die Vorkat-Lambdasonde wird dann als korrekt arbeitend eingestuft, wenn sowohl die Fett- als auch die Magerverweilzeiten kleiner als vorgegebene, den einzelnen Verweilzeiten zugeordnete Grenzwerte sind.

Diese bekannten Überprüfungsverfahren für Vorkatsonden im geschlossenen Lambdaregelkreis lassen sich aber nicht ohne weiteres zur Diagnose von Monitorsonden anwenden, da aufgrund der Speichereigenschaft des Katalysators der Verlauf der vor dem Katalysator vorhandenen Regelschwingung in Abhängigkeit seiner Konvertierungsfähigkeit mehr oder weniger stark geglättet ist. Es steht somit keine in dieser Weise auswertbare Regelschwingung, sondern ein mehr oder weniger konstantes Signal zur Verfügung, das zur Überprüfung der Monitorsonde nicht oder nur mit einem großen Fehlerpotential ausgewertet werden kann.

Die Aufgabe der Erfindung liegt darin, ein Verfahren anzugeben, mit dem die dynamische Funktionstüchtigkeit einer stromabwärts des Katalysator angeordneten, bezüglich ihres Ausgangssignals eine binäre Charakteristik aufweisende Monitorsonde (Sprungsonde) überprüft werden kann.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 bzw. durch die Merkmale des Patentanspruches 7 gelöst. Dabei wird von der Überlegung ausgegangen, daß dann, wenn die Brennkraftmaschine in den Betriebsbereich Schubabschaltung gelangt, das Ausgangssignal – in der Regel eine elektrische Spannung – einer intakten Monitorsonde aufgrund des dann vorhandenen mageren Gemisches von einem relativ hohen Wert zu einem niedrigen Wert sehr rasch abnimmt.

Nach Erkennen des Motorbetriebszustandes Schubabschaltung wird deshalb die Fett-Mager-Schaltzeit der Monitorsonde ermittelt und in Abhängigkeit des Luftmassenstromes im Ansaugsystem gewichtet. Durch Vergleich des Mittelwertes der so erhaltenen Schaltzeit mit einem Grenzwert und anschließender Auswertung wird die Funktionsfähigkeit der Monitorsonde diagnostiziert. Die Funktionsfähigkeit ist gewährleistet, wenn die Schaltzeit unterhalb des Grenzwertes liegt.

Durch Überwachung des Ausgangssignals der Monitorsonde beim Eintritt in die Schubabschaltung und beim Austritt aus der Schubabschaltung können unplausible Spannungswerte durch extreme Verlängerung der Schaltzeiten, sowie Brüche der Signalleitung der Sonde detektiert werden.

Der mit der Erfindung erzielbare Vorteil besteht insbesondere darin, daß mit dem angegebenen Verfahren eine Detektion von Vergiftungen, sowie Alterungseffekten der Lambdasonde nach dem Katalysator, die zu einer Verschlechterung der Abgaswerte der Brennkraftmaschine oder zu falschen Werten bei der Katalysator diagnose führen können, auf eine einfache Weise möglich ist. Diese Verschlechterungen sind auf gravierende Veränderungen im dynamischen Verhalten der Monitorsonde (Verlängerung der Anstiegszeiten fett/mager und mager/fett), auf ein fehlerhaftes Konvertierungsverhalten des Katalysators nach der Schubabschaltungsphase bzw. auf elektrische Fehler (Leitungsbruch) zurückzuführen.

Die abhängigen Ansprüche betreffen vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen der im folgenden anhand der Zeichnungen erläuterten Erfindung. Hierbei zeigt:

**Fig. 1** eine schematische Darstellung einer Brennkraftmaschine mit einer Monitorsonde,

**Fig. 2** ein Diagramm, das den zeitlichen Verlauf der SONDENSPIGUNG beim Eintritt in die Schubabschaltung zeigt,

**Fig. 3** einen Ablaufplan zur Überwachung und Auswertung der Fett-Mager-Schaltzeit in der Schubabschaltung,

**Fig. 4** einen Ablaufplan zur Überwachung und Auswertung der SONDENSPIGUNG beim Eintritt in die Schubabschal-

tung und

**Fig. 5** einen Ablaufplan zur Überwachung und Auswertung der SONDENSspannung beim Verlassen der Schubabschaltung

**Fig. 1** zeigt in Form eines Blockschaltbildes eine Anordnung, bei der das erfindungsgemäße Verfahren angewendet wird. Dabei sind nur diejenigen Komponenten dargestellt, die für das Verständnis der Erfindung notwendig sind.

Der Brennkraftmaschine **10** wird über einen Ansaugkanal **11** ein Luft-/Kraftstoffgemisch zugeführt. Im Ansaugkanal **11** sind in Strömungsrichtung der angesaugten Luft gesehen ein Luftmassenmesser **12**, ein Drosselklappenblock **13** mit einer Drosselklappe **14** und einem nicht dargestellten Drosselklappensensor zur Erfassung des Öffnungswinkels der Drosselklappe **14** und entsprechend der Zylinderanzahl ein Satz Einspritzventile **15** vorgesehen, von denen nur eines gezeigt ist. Das erfindungsgemäße Verfahren ist aber auch bei einer Brennkraftmaschine anwendbar, die nur ein einziges Einspritzventil im Ansaugkanal aufweist (Single-Point-Injektion oder Zentraleinspritzung) oder bei der der Kraftstoff direkt in die jeweiligen Zylinder eingespritzt wird (Direkteinspritzung). Ausgangsseitig ist die Brennkraftmaschine **10** mit einem Abgaskanal **16** verbunden. In Strömungsrichtung des Abgases gesehen ist im Abgaskanal **16** eine erste Lambdasonde **17**, ein zur Konvertierung schädlicher Abgasbestandteile dienender Dreiwegekatalysator **18** und eine zweite Lambdasonde **19** vorgesehen. Mit Hilfe der ersten Lambdasonde **17** (Regelsonde) wird das Kraftstoff-Luftverhältnis im Abgas vor dem Katalysator **18** bestimmt. Die zweite Lambdasonde **19** (Monitorsonde) dient u. a. zur Überprüfung des Katalysators **18**. Als Lambdasonden **17**, **19** kommen dabei sogenannte binäre Lambdasonden zum Einsatz, die bei einem Luftverhältnis von  $\lambda=1$  bezüglich ihres Ausgangssignals eine Sprungcharakteristik aufweisen.

An der Brennkraftmaschine **10** sind an entsprechenden Stellen u. a. ein Temperatursensor **20** zur Erfassung der Temperatur der Brennkraftmaschine **10**, bzw. einer der Brennkraftmaschinentemperatur proportionalen Temperatur, vorzugsweise die des Kühlmittels und ein Drehzahlsensor **21** zur Erfassung der Drehzahl  $N$  der Brennkraftmaschine **10** angeordnet.

Das Ausgangssignal LMM des Luftmassenmessers **12**, das Signal  $\alpha$  des Drosselklappensensors, die Signale ULS1 und ULS2 der Lambdasonden **17**, **19**, das Signal  $N$  des Drehzahlsensors **21** und das Signal des Temperatursensors **20** werden über entsprechende Verbindungsleitungen einer zentralen Steuerungseinrichtung **22** zugeführt.

Zur Steuerung und Regelung der Brennkraftmaschine **10** ist die Steuerungseinrichtung **22** über eine nur schematisch dargestellte Daten- und Steuerleitung **23** noch mit weiteren Sensoren und Aktoren verbunden. Die Steuerungseinrichtung **22** wertet die Sensorsignale aus und steuert unter anderem die Einspritzung, die Zündung und die Diagnoseverfahren abgasrelevanter Komponenten, insbesondere die Überprüfung der Lambdasonden **17**, **19** und des Katalysators **18**.

Die elektronische Steuerungseinrichtung **22** weist in bekannter Weise einen Mikrocomputer **24**, entsprechende Schnittstellen für Signalaufbereitungsschaltungen, sowie eine Ein- und Ausgabeeinheit auf. Der Mikrocomputer **24** umfaßt eine Zentraleinheit (CPU), welche die arithmetischen und logischen Operationen mit den eingespeisten Daten durchführt. Die dazu notwendigen Programme und Solldaten liefert ein Festwertspeicher (ROM), in dem alle Programm-routinen und alle Kenndaten, Kennlinien, Sollwerte usw. unverlierbar gespeichert sind. Insbesondere ist ein Speicher **25** vorgesehen, in dem u. a. eine Mehrzahl von Kennlinien bzw. Kennfeldern und Schwellenwerten gespeichert sind, deren Bedeutung anhand der folgenden Figuren noch näher erläutert. Ein Betriebsdatenspeicher (RAM) dient u. a. dazu, die von den Sensoren gelieferten Daten zu speichern, bis sie vom Mikrocomputer **24** abgerufen oder durch aktuellere Daten ersetzt, d. h. überschrieben werden. Über einen Bus werden alle genannten Einheiten mit Daten, Speicheradressen und Kontrollsignalen versorgt. Ferner ist ein Fehlerspeicher **26** vorgesehen, in den negative Diagnoseergebnisse eingeschrieben und beim nächsten Werkstattaufenthalt ausgelesen werden. Eine mit der Steuerungseinrichtung **22** verbundene Anzeigeeinheit **27** dient dazu, das Ergebnis der Überprüfung dem Führer des mit der Brennkraftmaschine **10** angetriebenen Fahrzeuges optisch und/oder akustisch anzuzeigen.

Das Verfahren wertet das Signal der Monitorsonde **19** stromabwärts des Katalysators **18** während des Betriebes der Schubabschaltung aus.

Im oberen Teil der **Fig. 2** sind in Form eines Zeitdiagrammes verschiedene Betriebszustände der Brennkraftmaschine dargestellt. Zum Zeitpunkt  $t=t_{SA}$  findet ein Betriebszustandswechsel z. B. von Teillast TL oder Schubbetrieb S in die Schubabschaltung SA statt. Zum Zeitpunkt  $t=t_{SE}$  wird der Betriebszustand Schubabschaltung wieder verlassen und zum Zeitpunkt  $t=t_{SA'}$  liegt wieder eine Schubabschaltung vor.

Im unteren Teil der **Fig. 2** ist der zeitliche Verlauf des Ausgangssignals ULS\_DOWN der Monitorsonde **19** während dieses Betriebszustandswechsels dargestellt. Der Wert des Ausgangssignals zum Zeitpunkt  $t=t_{SA}$  ist mit  $ULS\_DOWN(t_{SA})$  bezeichnet. Außerdem sind auf der Ordinate dieser Darstellung noch drei Schwellenwerte eingezeichnet, nämlich ein Diagnoseschwellenwert  $ULS\_DOWN\_MIN\_DIAG$ , und zwei Schwellenwerte, die sich durch Multiplikation des Ausgangssignals  $ULS\_DOWN(t_{SA})$  mit Faktoren FAK\_MIN, FAK\_MAX ergeben. Die SONDenschaltzeit ist mit  $T\_FALL$  bezeichnet und ist als die Zeit definiert, innerhalb derer das SONDensignal ULS\_DOWN vom Wert  $FAK\_MAX \cdot ULS\_DOWN(t_{SA})$  auf den Wert  $FAK\_MIN \cdot ULS\_DOWN(t_{SA})$  fällt.

Anhand der **Fig. 3** wird erläutert, wie die Fett-Mager-Schaltzeit bestimmt und zur Diagnose der Monitorsonde herangezogen wird.

In einem ersten Verfahrensschritt S3.1 wird geprüft, ob vorgegebene Diagnosebedingungen erfüllt sind. Insbesondere wird dabei geprüft, ob die Monitorsonde und der Katalysator betriebsbereit sind. Dies kann durch Auswerten der Temperaturen der jeweiligen Komponenten erfolgen. Sind diese Bedingungen nicht erfüllt, so kann keine sinnvolle Diagnose gestartet werden und die Abfrage wiederholt sich in einer Schleife, andernfalls wird im Verfahrensschritt S3.2 z. B. durch Auswerten der Drehzahl  $N$  und des Öffnungswinkels  $a$  der Drosselklappe **14** geprüft, ob der Betriebszustand Schubabschaltung vorliegt. Dies ist dann der Fall, wenn die Drehzahl oberhalb eines festgelegten Schwellenwertes und zugleich der Öffnungswinkel der Drosselklappe unterhalb eines applizierbaren Wertes liegt.

Liegt der Betriebszustand Schubabschaltung nicht vor, so wird an den Anfang des Verfahrens verzweigt (Verfahrensschritt S3.1), andernfalls wird zum Zeitpunkt der Schubabschaltung  $t=t_{SA}$  im Verfahrensschritt S3.3 der dabei auftretende Wert für das Ausgangssignal  $ULS\_DOWN(t_{SA})$  der Monitorsonde erfaßt.

Zur Erhöhung der Reproduzierbarkeit der Diagnoseergebnisse wird die Bestimmung der Schaltzeit der Monitorsonde

nur dann durchgeführt, wenn die Spannung  $ULS\_DOWN(t_{SA})$  zum Zeitpunkt der Aktivierung der Schubabschaltung  $t_{SA}$  oberhalb eines Diagnoseschwellenwertes  $ULS\_DOWN\_MIN\_DIAG$  liegt (Verfahrensschritt S3.4). Dieser Schwellenwert wird applikativ festgelegt, z. B. auf dem Motorprüfstand ermittelt. Liegt die Spannung zum Zeitpunkt der Aktivierung der Schubabschaltung unterhalb dieses Schwellenwertes  $ULS\_DOWN\_MIN\_DIAG$ , wie es in der **Fig. 2** zum Zeitpunkt  $t_{SA}$  der Fall ist, so wird wieder zum Verfahrensanfang verzweigt. Liegt sie aber oberhalb des Diagnoseschwellenwertes (Zeitpunkt  $t_{SA}$  in **Fig. 2**), so wird im Verfahrensschritt S3.5 die Fett-Mager-Schaltzeit ermittelt.

Die Schaltzeit der Sonde  $T\_FALL$  wird über den Zeitraum bestimmt, in dem für die Sondenspannung  $ULS\_DOWN$  die Relation

$$FAK\_MIN \cdot ULS\_DOWN(t_{SA}) \leq ULS\_DOWN \leq FAK\_MAX \cdot ULS\_DOWN(t_{SA})$$

gilt. Die Faktoren  $FAK\_MIN$  und  $FAK\_MAX$  werden applikativ festgelegt, wobei für  $FAK\_MIN$  ein Wert vom 0,1 entsprechend 10% vom Wert  $ULS\_DOWN(t_{SA})$  und für  $FAK\_MAX$  ein Wert von 0,9 entsprechend 90% vom Wert  $ULS\_DOWN(t_{SA})$  vorteilhaft ist.

Die Bestimmung der Sondenschaltzeit wird abgebrochen, wenn der Betriebszustand der Schubabschaltung unterbrochen wird. Dadurch wird erreicht, daß die Diagnose nur bei monoton fallendem Signal durchgeführt wird.

Auf Grund der Abhängigkeit der Schaltzeit der Monitorsonde Luftmassenstrom LMM in der Schubabschaltungsphase wird der Wert für die Schaltzeit  $T\_FALL$  normiert. Der Normierungsfaktor  $FAK\_ULS\_DOWN\_FALL$  kann z. B. in Abhängigkeit des Luftmassenstromes in der Schubabschaltung, insbesondere als Funktion vom Minimalwert für den Luftmassenstrom in der Schubabschaltung oder vom Mittelwert des Luftmassenstromes während der gesamten Schubabschaltungsphase bestimmt werden. Dieser funktionale Zusammenhang ist vorzugsweise in einem Kennfeld des Speichers **25** der Steuerungseinrichtung **22** (**Fig. 1**) abgelegt.

Die Normierung der Sondenschaltzeit  $T\_FALL$  erfolgt zur Berücksichtigung des Massenströmeinflusses im Verfahrensschritt S3.6 durch folgende Gleichung

$$T\_FALL\_NORM = \frac{T\_FALL}{FAK\_ULS\_DOWN\_FALL}$$

Auf Grund der Varianz der Sondenschaltzeiten an einem Betriebspunkt wird anschließend eine Mittelwertbildung durchgeführt (Verfahrensschritt S3.7). Diese Mittelwertbildung kann z. B. über eine bestimmte Anzahl von gültigen Diagnosewerten  $ANZ\_ULS\_DOWN\_DIAG$  in der Form

$$\begin{aligned} ANZ\_ULS\_DOWN\_DIAG &= ANZ\_ULS\_DOWN\_DIAG + 1 \\ SUM\_T\_FALL &= SUM\_T\_FALL + T\_FALL\_NORM \\ T\_FALL\_MV &= \frac{SUM\_T\_FALL}{ANZ\_ULS\_DOWN\_DIAG} \end{aligned}$$

durchgeführt werden.

Im Verfahrensschritt S3.8 wird überprüft, ob die Anzahl der gültigen Diagnosewerte  $ANZ\_ULS\_DOWN\_DIAG$  einen applikativ vorgegebenen Grenzwert überschritten hat. Ist diese Bedingung noch nicht erfüllt, so wird zum Verfahrensschritt S3.1, andernfalls zum Verfahrensschritt S3.9 verzweigt.

Wenn eine bestimmte Anzahl gültiger Diagnosewerte ermittelt wurde, wird im Verfahrensschritt S3.9 die gemittelte Schaltzeit  $T\_FALL\_MV$  mit einem Grenzwert  $T\_FALL\_MAX$  verglichen. Dieser wird applikativ festgelegt und ist im Speicher **25** der Steuerungseinrichtung **22** abgelegt. Liegt die gemittelte Schaltzeit unterhalb des Grenzwertes, so wird auf eine funktionstüchtige Monitorsonde geschlossen (Verfahrensschritt S3.10), andernfalls erfolgt ein entsprechender Eintrag "Monitorsonde defekt" in einen Fehlerspeicher **26** der Steuerungseinrichtung **22** der Brennkraftmaschine (Verfahrensschritt S3.11).

Das geschilderte Verfahren der Bestimmung und Auswertung der Schaltzeit der Monitorsonde dient zum Überprüfen, ob das dynamische Verhalten der Monitorsonde bestimmten Bedingungen genügt. Das Verfahren wird erneut gestartet, wenn die Brennkraftmaschine wieder in die Schubabschaltung gelangt und das Diagnosekriterium in Verfahrensschritt S3.4 erfüllt ist. Der Zähler, für die Anzahl der gültigen Diagnoseergebnisse pro Schubabschaltungsphase wird vorher auf Null zurückgesetzt.

Beim Eintritt in den Betriebszustand Schubabschalten muß sich bei intakter Monitorsonde nach einer bestimmten Zeit eine Ausgangsspannung einstellen, die ein mageres Gemisch anzeigt. Unplausible Spannungswerte, sowohl beim Eintritt in die Schubabschaltung als auch beim Austritt aus der Schubabschaltung durch extreme Verlängerung der Schaltzeiten der Monitorsonde (die mit dem Verfahren zur Bestimmung der Schaltzeiten nicht detektiert werden können, weil der untere Schwellenwert nie erreicht wird), sowie Brüche der Signalleitung der Monitorsonde können durch eine Überwachung der Ausgangsspannung bei dem jeweiligen Übergang detektiert werden. Ferner kann ein schlechtes Konvertierungsverhalten des Katalysators nach Ablauf der Schubabschaltungsphase detektiert werden.

Anhand der **Fig. 4** wird erläutert, wie die Sondenspannung beim Eintritt in die Schubabschaltung überwacht und ausgewertet wird.

Die ersten Verfahrensschritte S4.1 und S4.2 sind identisch mit den Verfahrensschritten S3.1 und S3.2 in **Fig. 3**. Sind die Diagnosebedingungen erfüllt und liegt der Betriebszustand der Schubabschaltung vor, so muß sich nach dem Ablauf einer betriebspunktabhängigen Zeit  $t_1$  nach Eintritt in die Schubabschaltung der Wert des Ausgangssignales der Monitorsonde ändern. Bei fehlerfreier Funktion muß dann die Ausgangsspannung einen, ein mageres Gemisch repräsentieren-

den Wert annehmen.

Die Zeitspanne  $t_1$  ist beispielsweise abhängig vom Luftmassenstrom in einem Kennfeld innerhalb des Speichers **25** der Steuerungseinrichtung **22** abgelegt. Es kann somit der Wert eines Integralen für den Luftmassenstrom ausgewertet, d. h. mit einem vorgegebenen Schwellenwert verglichen werden. Der Wert für den Luftmassenstrom kann entweder direkt von einem Luftmassenmesser erhalten oder indirekt über eine Modellbildung mit dem Saugrohrdruck als Eingangsgröße ermittelt werden.

Im Verfahrensschritt S4.3 wird abgefragt, ob diese betriebspunktabhängige Zeit  $t_1$  abgelaufen ist. Ist diese Bedingung noch nicht erfüllt, so wiederholt sich die Abfrage in einer Schleife, andernfalls war die Schubabschaltung die vorgegebene Zeit aktiviert und im Verfahrensschritt S4.4 wird der Wert der SONDENSPIGUNG ULS\_DOWN erfaßt. Der Zeitpunkt der Erfassung wird als Diagnosezeitpunkt bezeichnet.

Im Verfahrensschritt S4.5 wird überprüft, ob die zum Diagnosezeitpunkt gemessene SONDENSPIGUNG zwischen den Schwellen  $ULS\_DJAG\_MIN < ULS\_DOWN < ULS\_DIAG\_MAX$  liegt. Ist dies der Fall, dann wird im Verfahrensschritt S4.6 auf einen Kabelbruch der Monitorsonde geschlossen, dieser Fehler in den Fehlerspeicher **26** eingetragen (Verfahrensschritt S4.7) und dem Führer des mit der Brennkraftmaschine ausgerüsteten Fahrzeuges akustisch und/oder optisch angezeigt, daß ein Defekt einer abgasrelevanten Komponente vorliegt (Verfahrensschritt S4.8).

Trifft die obengenannte Diagnose (Kabelbruch) nicht zu und die zum Diagnosezeitpunkt gemessene Spannung der Monitorsonde ULS\_DOWN liegt oberhalb einer Schwelle  $ULS\_DOWN\_MIN\_SA\_DIAG$  (Abfrage in Verfahrensschritt S4.9) so ist die SONDENSCHALTZEIT zu lang, d. h. das dynamische Verhalten der Monitorsonde liegt außerhalb von vorgegebenen Grenzen und das Verfahren wird mit den Schritten S4.7 und S4.8 fortgesetzt. Liefert aber die Abfrage in Verfahrensschritt S4.9 ein negatives Ergebnis, so wird zum Verfahrensanfang verzweigt.

Nachdem die Brennkraftmaschine den Betriebszustand Schubabschaltung verlassen hat, muß sich nach dem Ablauf einer betriebspunktabhängigen Zeitspanne  $t_2$  der Zustand der Monitorsonde wieder ändern, d. h. das Ausgangssignal der Monitorsonde muß sich im betriebsfähigen Fall vom Mageranschlag wegbewegen. Zur Bestimmung dieser betriebspunktabhängigen Zeit  $t_2$  kann z. B. analog zur Bestimmung der Zeitspanne  $t_1$  der Wert eines Massenstromintegralen, das nach Verlassen der Schubabschaltung gestartet wird, mit einem Schwellenwert verglichen – werden. Nachdem die Schubabschaltung die erforderliche Zeit deaktiviert war, kann die folgende Diagnose durchgeführt werden, die nun anhand der Fig. 5 erläutert wird.

Der erste Verfahrensschritt S5.1 ist identisch den Verfahrensschritten S3.1 und S4.1 der bereits beschriebenen Verfahren. Anschließend wird im Verfahrensschritt S5.2 überprüft, ob der Betriebszustand der Schubabschaltung zu Ende ist. Dies kann durch wieder durch Auswerten der Drehzahl der Brennkraftmaschine und des Drosselklappenwinkels erfolgen. Befindet sich die Brennkraftmaschine nicht mehr in der Schubabschaltung, so wird ein Zeitgeber für die Zeit  $t_2$  gestartet und im Verfahrensschritt S5.3 ein erster Wert für die Ausgangsspannung der Monitorsonde ULS\_DOWN\_1 erfaßt.

Im Verfahrensschritt S5.4 wird ständig abgefragt, ob die Zeitspanne  $t_2$  schon abgelaufen ist. Ist dies der Fall, so wird zu diesem Zeitpunkt der Wert für die Ausgangsspannung der Monitorsonde ULS\_DOWN\_2 erfaßt. Anschließend wird aus den beiden Werten ULS\_DOWN\_1 und ULS\_DOWN\_2 die Differenz  $DELTA\_ULS\_DOWN\_DIAG = ULS\_DOWN\_1 - ULS\_DOWN\_2$  gebildet (Verfahrensschritt S5.6) und diese Differenz mit einem vorgegebenen Grenzwert  $DELTA\_ULS\_DOWN\_DIAG\_MIN$  verglichen (Verfahrensschritt S5.7).

Ist für die Differenz  $DELTA\_ULS\_DOWN\_DIAG$  zwischen dem Spannungswert der Monitorsonde ULS\_DOWN\_1 zum Zeitpunkt des Verlassens der Schubabschaltung und dem Spannungswert der Monitorsonde ULS\_DOWN\_2 nach Ablauf der Zeitspanne  $t_2$ , zum Zeitpunkt also zu dem beispielsweise der Luftmassenstrom einen definierten Wert überschreitet, die Beziehung

$$DELTA\_ULS\_DOWN\_DIAG < DELTA\_ULS\_DOWN\_DIAG\_MIN$$

(Verfahrensschritt S5.7) erfüllt, so ist ein Fehler aufgetreten. Dies führt aber nicht sofort zu einem Eintrag in den Fehlerspeicher, sondern es wird eine Fehlerbehandlung mit einer statistischen Auswertung durchgeführt (Verfahrensschritt S5.9). Nur wenn der Fehler wiederholt auftritt, erfolgt ein entsprechender Eintrag in den Fehlerspeicher. Ist aber die in Verfahrensschritt S5.5 gebildete Differenz größer als der genannte Grenzwert, dann wird im Verfahrensschritt S5.8 auf eine intakte Monitorsonde geschlossen.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Überprüfung der Funktionsfähigkeit einer stromabwärts eines Katalysators (**18**) einer Brennkraftmaschine (**10**) angeordneten, bezüglich ihres Ausgangssignals eine binäre Charakteristik aufweisenden Lambdasonde (**19**), wobei

- überprüft und sichergestellt wird, daß sich die Brennkraftmaschine (**10**) im Betriebszustand der Schubabschaltung befindet,
- während des Betriebszustandes der Schubabschaltung eine Schaltzeit ( $T\_FALL$ ) ermittelt wird, innerhalb derer sich das Ausgangssignal ( $ULS\_DOWN(t_{SA})$ ) der Lambdasonde (**19**) von einem, eine fette Gemischzusammensetzung repräsentierenden Spannungswert ( $FAK\_MAX \cdot ULS\_DOWN(t_{SA})$ ) auf einen, eine magere Gemischzusammensetzung repräsentierenden Spannungswert ( $FAK\_MIN \cdot ULS\_DOWN(t_{SA})$ ) ändert,
- die Schaltzeit ( $T\_FALL$ ) in Abhängigkeit des der Brennkraftmaschine (**10**) zugeführten Luftmassenstromes (LMM) normiert wird,
- die normierte Schaltzeit ( $T\_FALL\_NORM$ ) mit einem Grenzwert ( $T\_FALL\_MAX$ ) verglichen wird und in Abhängigkeit des Ergebnisses dieses Vergleiches die Lambdasonde (**19**) hinsichtlich ihrer Funktionsfähigkeit bewertet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Ausgangssignal ( $ULS\_DOWN(t_{SA})$ ) zum Zeit-

punkt ( $t_{SA}$ ) der Aktivierung der Schubabschaltung erfaßt und mit einem Diagnoseschwellenwert (ULS\_DOWN\_MIN\_DIAG) verglichen wird und nur bei Überschreiten des Diagnoseschwellenwertes (ULS\_DOWN\_MIN\_DIAG) die Schaltzeit ( $T_{FALL}$ ) ermittelt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß aus einer vorgegebenen Anzahl (ANZ\_ULS\_DOWN\_DIAG) gewichteter Schaltzeiten ( $T_{FALL\_NORM}$ ) ein Mittelwert gebildet wird und dieser Mittelwert mit dem Grenzwert ( $T_{FALL\_MAX}$ ) verglichen wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Normierung mittels eines Faktors (FAK\_ULS\_DOWN\_FALL) nach folgender Beziehung erfolgt:

$$T_{FALL\_NORM} = \frac{T_{FALL}}{FAK\_ULS\_DOWN\_FALL}$$

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Normierungsfaktors (FAK\_ULS\_DOWN\_FALL) in einem Kennfeld eines Speichers (25) einer Steuerungseinrichtung (22) für die Brennkraftmaschine (10) abhängig vom Luftmassenstrom (LMM) in der Schubabschaltungsphase abgelegt ist.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ermittlung der Schaltzeit ( $T_{FALL}$ ) abgebrochen wird, wenn der Betriebsbereich der Schubabschaltung unterbrochen wird.

7. Verfahren zur Überprüfung der Funktionsfähigkeit einer stromabwärts eines Katalysators (18) einer Brennkraftmaschine (10) angeordneten, bezüglich ihres Ausgangssignals eine binäre Charakteristik aufweisenden Lambdasonde (19), wobei

- überprüft und sichergestellt wird, daß sich die Brennkraftmaschine (10) im Betriebszustand der Schubabschaltung befindet,

- das Ausgangssignal (ULS\_DOWN) der Lambdasonde (19) sowohl beim Eintritt in die Schubabschaltung als auch beim Austritt aus der Schubabschaltung überwacht und bei Auftreten eines unplausiblen Verlaufes des Ausgangssignals (ULS\_DOWN) auf einen Defekt der Lambdasonde (19) geschlossen wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß

- nach Eintritt in die Schubabschaltung ein Zeitzähler für eine vom Arbeitspunkt der Brennkraftmaschine abhängige Zeitspanne ( $t_1$ ) gestartet wird,

- nach Ablauf der Zeitspanne ( $t_1$ ) das Sondersignal (ULS\_DOWN) erfaßt wird,

- ein Kabelbruch der Lambdasonde (19) diagnostiziert wird, wenn der Wert der Sonderspannung innerhalb eines von zwei Schwellenwerten (ULS\_DOWN\_MIN, ULS\_DOWN\_MAX) begrenzten Bereiches liegt, andernfalls

- überprüft wird, ob der Wert der Sonderspannung oberhalb eines weiteren Schwellenwertes (ULS\_DOWN\_MIN\_SA\_DIAG) liegt und

- auf eine unzulässig hohe Schaltzeit ( $T_{FALL}$ ) der Lambdasonde (19) geschlossen wird, wenn dieser Schwellenwert überschritten wird.

9. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß

- unmittelbar nach Austritt aus der Schubabschaltung das Ausgangssignal (ULS\_DOWN\_1) der Lambdasonde (19) erfaßt wird,

- nach Ablauf einer vom Arbeitspunkt der Brennkraftmaschine (10) abhängigen Zeitspanne ( $t_2$ ) erneut das Ausgangssignal (ULS\_DOWN\_2) erfaßt und aus diesen beiden Werten die Differenz (DELTA\_ULS\_DOWN\_DIAG) gebildet wird und

- auf einen Sondenfehler erkannt wird, wenn diese Differenz (DELTA\_ULS\_DOWN\_DIAG) einen vorgegebenen Grenzwert (DELTA\_ULS\_DOWN\_DIAG\_MIN) überschreitet.

10. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bestimmung der Zeitspanne ( $t_1$ ,  $t_2$ ) der Wert eines Luftmassenstromintegrals, das zu Beginn bzw. nach Verlassen des Schubabschaltbetriebes gestartet wird, mit einem Schwellenwert verglichen wird.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei Feststellen eines Defektes der Lambdasonde (19) ein Fehlereintrag in einen Fehlerspeicher (26) erfolgt und das Ergebnis der Überprüfung optisch und/oder akustisch zumindest vorübergehend angezeigt wird.

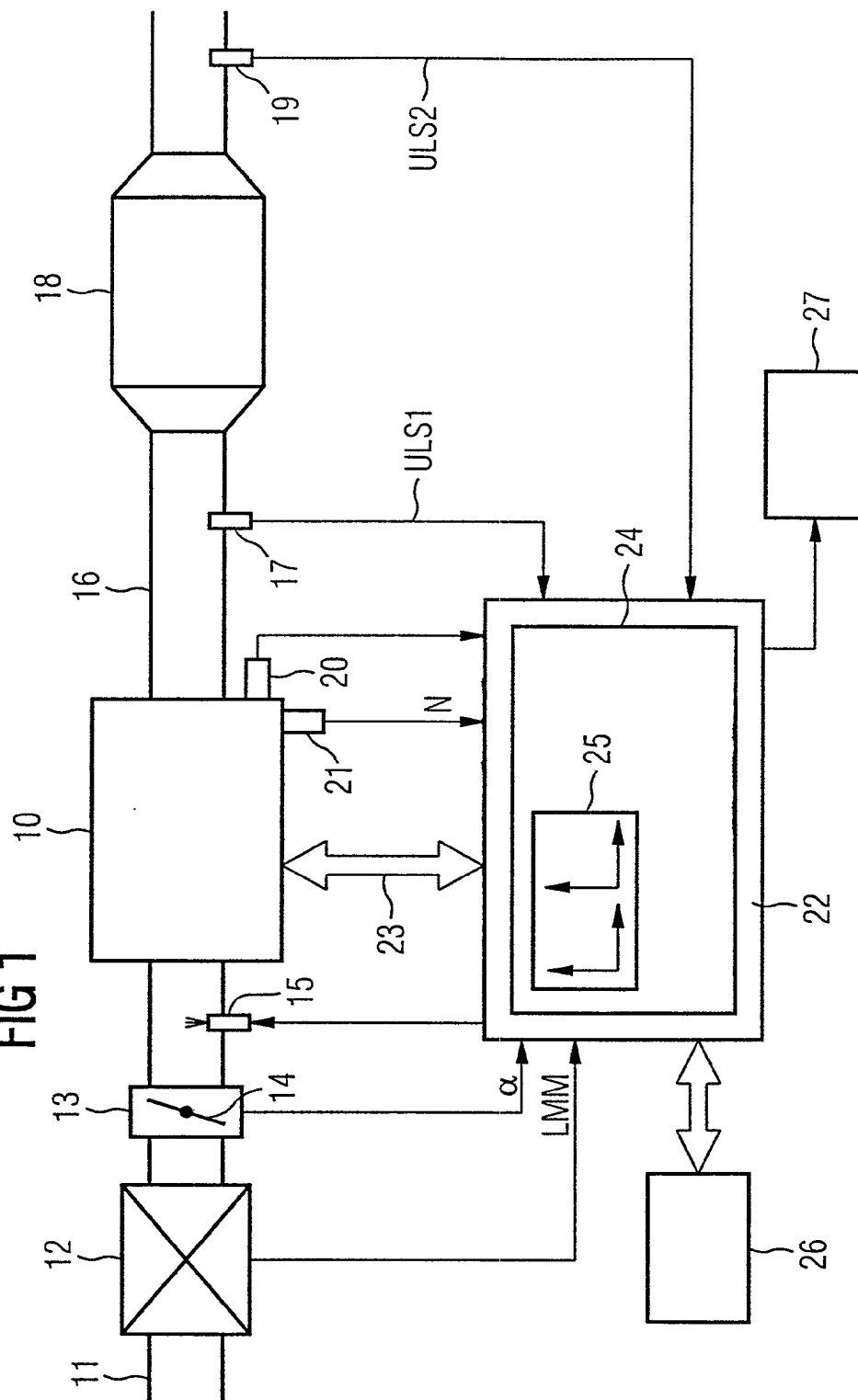
---

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

**FIG 1**





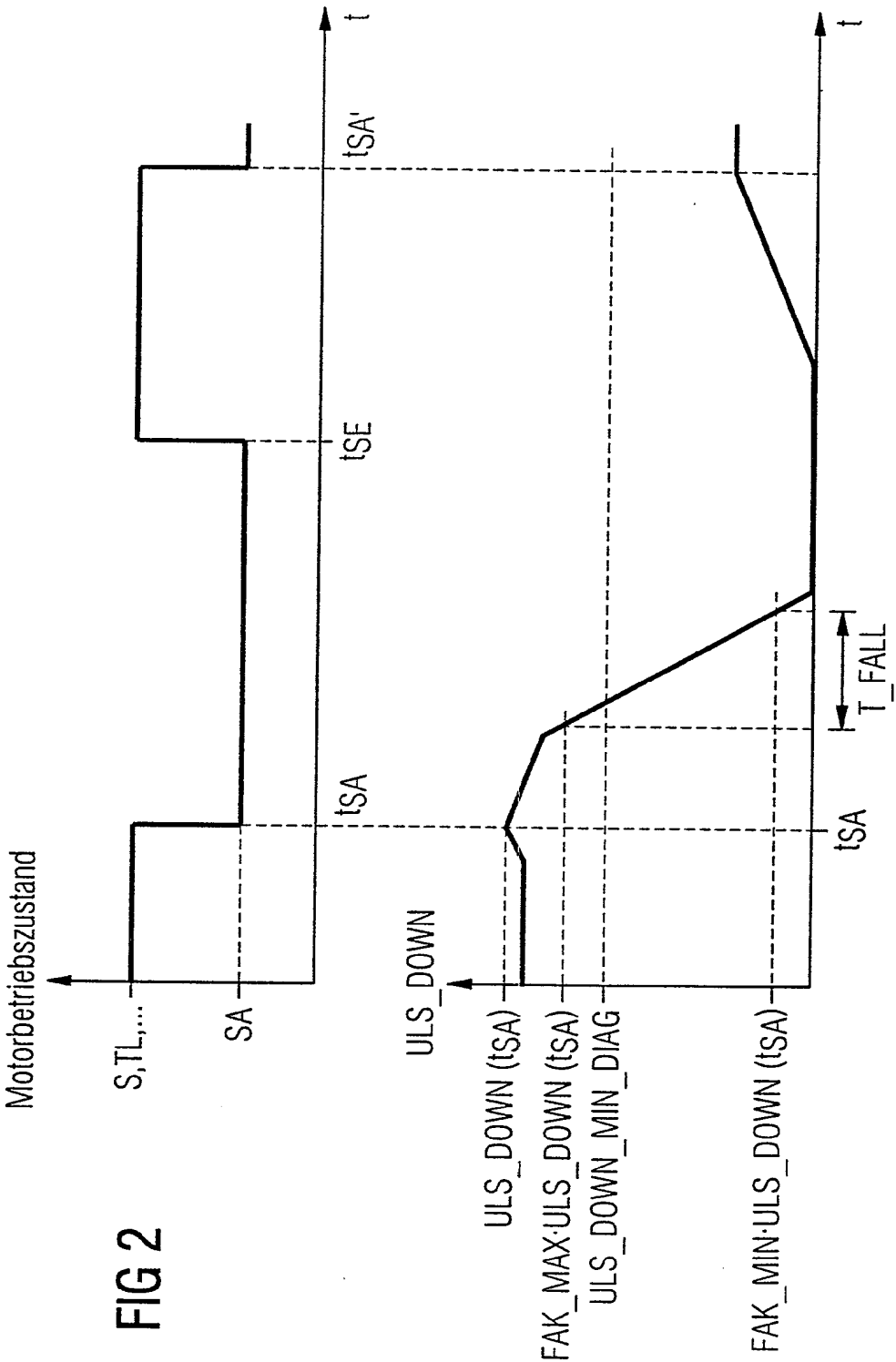


FIG 3

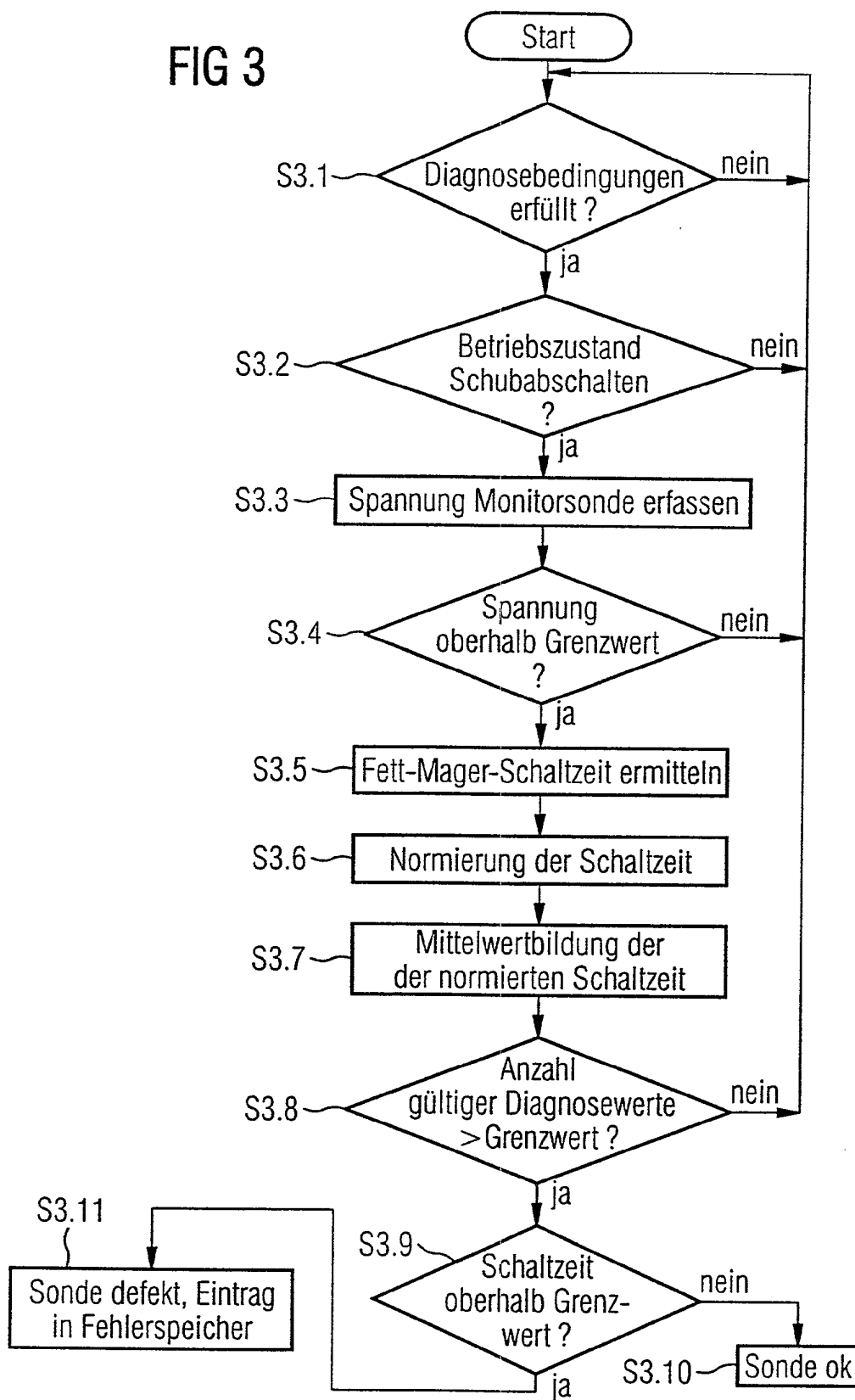


FIG 4

